Aus dem Institut für physikalische Therapie an den medizinischen Universitätspolikliniken der Charité Berlin.
(Leitender Arzt: Professor Dr. Hugo A d a m.)

Über den Einfluß physikalischer Maßnahmen auf die Innentemperatur des menschlichen Magens.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Heinz Hildebrandt

aus Königshütte.

Tag der Promotion: 10. April 1938.

VERLAG RUDOLPH PFAU, BERLIN NW. 7, LUISENSTR. 21

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Adam

Korreferent: Prof. Dr. Siebeck

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Ueber den Einfluß physikalischer Maßnahmen auf die Innentemperatur des menschlichen Magens.

Ueber die Tiefenwirkung verschiedener Wärme- und Kälteapplikationsarten auf tierische Gewebe liegen bereits einige Arbeiten älterer Autoren vor. Folgende Resultate haben sich dabei ergeben:

Locher (1) hatte die Beeinflussung der Temperatur im Inneren der Körperhöhlen und Organe bei Anwendung von heißen Kataplasmen und des Eisbeutels an menschlichen Leichen studiert. Um möglichst exakte Resultate zu erhalten, nahm er die Versuche immer an zwei Leichen gleichzeitig vor. Die gewöhnlichen Fieberthermometer, die sich wegen ihrer Größe als ungeeignet erwiesen, ersetzte er durch kleine und nur einen eng begrenzten Temperaturbereich umfassende Spezialthermometer. Auch die Außentemperatur wurde bei den Versuchen berücksichtigt. Es stellte sich dabei heraus, daß weder durch zwei bis sechs Stunden fortgesetzte Eisbeuteleinwirkung noch durch heiße Kataplasmen eine einigermaßen entsprechende Beeinflussung im Inneren der Körperhöhlen erzielt werden konnte.

Ercolani und Valla (2a) stellten fest, daß schon drei Millimeter unter der Haut jede Wärmeänderung ausblieb. Sie hatten ihre Versuche mit Hilfe von Thermoelementen und Galvanometern angestellt.

Gilbert d'Hercourt (2b) fand, daß, wenn er ein Thermometer so in den Mastdarm einführte, daß die Quecksilberkugel gegen eine rasierte Stelle der Bauchhaut vordrängte, selbst vierzig Minuten nach Auflegen einer Eisblase auf diese Stelle keine Aenderung im Stand des Quecksilbers eintrat.

Binz (2c) stellte Versuche an einem Hunde an. Er kam zu der Feststellung, daß nach dreistündiger Einwirkung einer großen Eisblase auf die Bauchdecken des Tieres keine Aenderung der Temperatur in der Bauchhöhle erfolgte.

Diesen Ergebnissen völlig entgegengesetzt sind die Resultate einiger anderer Autoren.

Schlihoff (2d) hat Quecksilberthermometer in verschiedene geschlossene Körperhöhlen, teils durch physiologische Oeffnungen, teils durch Fisteln eingeführt. Nach Auflegen einer Eisblase auf die Hautpartien darüber fand er, daß die Temperatur in den betreffenden Höhlen fiel, und zwar im allgemeinen umgekehrt proportional der Dicke der Wandung.

Winternitz (2e) kam zu den gleichen Ergebnissen. Es gelang ihm, tierische Gewebe durch Wärme- oder Kälteanwendung bis zu einer beliebigen Tiefe zu beeinflussen.

Salomon (3a) fand nach einstündiger lokaler Wärmeanwendung in drei bis vier Zentimeter Tiefe eine Temperaturerhöhung von 0,4 Grad.

Silex (3b), der seine Tierexperimente mit Hilfe von Thermoelektrizität und einem Spiegelgalvanometer durchführte, fand, daß durch die Eisblase, mit deren Hilfe er eine Abkühlung in den Organen erreichen wollte, tatsächlich eine Temperatursteigerung bewirkt wurde.

Messungen von Mageninnentemperaturen beim Menschen sind in größerem Umfange zuerst von Ewald (3c) ausgeführt worden. Dabei bediente er sich zunächst einer langen geraden Metallröhre, in der ein Quecksilberthermometer so untergebracht war, daß die Kugel desselben sich in dem einen gefensterten Ende der Röhre befand, während die Skala des Thermometers nach Einführung zum Munde des Patienten herausragte. Bei späteren Versuchen verwandte er Thermoelemente mit der Wiedemannschen Boussole. Ewald fand damals, daß die Magentemperatur erheblichen Schwankungen unterlag. Aeußere Wärmeapplikationen hatten dagegen nur einen sehr geringen Einfluß.

Chelmonski (3d) stellte seine Versuche an einer Patientin an, bei der wegen einer Narbenstenose des Oesophagus einen Magenfistel angelegt worden war. Er fand bei einem heißen Umschlag eine Temperaturerhöhung von $^2/_{10}$ Grad.

Wendriner und Schütze (3e) benutzten ein kleines Maximalthermometer, das sie in einen weichen Magenschlauch eingeführt hatten. Bei der Prüfung des Einflusses des Winternitzschen Magenmittels (Stammumschlag mit Heißwasserschlauch über dem Magen) kamen sie zu dem Ergebnis, daß je nach der Zeitdauer der Applikation die Magentemperatur um 0,1 bis 0,4 Grad anstieg.

Eichler und Schemel (3f) kamen bei ihren Untersuchungen in bezug auf das genannte Winternitzsche Magenmittel zu we-

sentlich anderen Ergebnissen. Sie fanden nämlich mit Hilfe eines von der Firma Siemens & Halske gelieferten Fieberregistraturapparates, daß die Magentemperatur um 0,3 Grad abfiel.

Von diesen einander so widersprechenden Ergebnissen erscheinen die Untersuchungen an Leichen am eindeutigsten; sie zeigen, daß die Wärmeleitung der tierischen Gewebe praktisch gleich Null ist, soferne man den Einfluß der Gefäße ausschaltet. Alle Temperatureinflüsse können den tiefer gelegenen Gewebsschichten also nur auf dem Gefäßwege mitgeteilt werden.

Um die Widersprüche in den übrigen angeführten Resultaten aufzuklären, will ich zunächst auf ein Ergebnis näher eingehen, das sich bei meinen Versuchen immer wieder mit großer Klarheit gezeigt hat.

Es ist bekannt, daß in der Blutversorgung einiger Körpergegenden und Organe ganz bestimmte Wechselbeziehungen bestehen, entweder derart, daß sich ihre Gefäße gleichzeitig mit anderen, zu einem bestimmten Areal der Körperperipherie gehörigen Gefäßen erweitern, oder so, daß die Blutversorgung zentripetal und peripher gelegener Gefäßgebiete gesetzmäßig wechselt.

Für den Magen stellte ich durch Messung der Temperaturdifferenzen in seinem Inneren ein sehr lebhaftes Wechselspiel seiner Durchblutung in bezug auf die gesamte Körperperipherie fest.

So bewirkte ein Kohlensäurebad, das bekanntlich eine starke Hauthyperämie verursacht, eine deutliche Erniedrigung der Mageninnentemperatur. Bei je einem Versuch an einem Kollegen und bei mir selbst erreichte ich durch ein als körperwarm empfundenes Kohlensäurebad (etwa 33 Grad) innerhalb von 25 Minuten einen prompten, geradlinigen Abfall der Magentemperatur um 0,65 beziehungsweise 0,6 Grad. Allerdings war auch die rektal gemessene Körpertemperatur in dieser Zeit um 0,3 beziehungsweise 0,27 Grad gefallen; der relative Temperaturabfall ist aber immer noch sehr hoch.

Andererseits zeigte sich die Wirkung eines Fußbades von 0 Grad in einem Anstieg der Magentemperatur um 0,2 bis 0,25 Grad.

Ein entsprechendes Resultat stellte sich für jede irgendwie gestaltete körperliche Betätigung heraus. Wenn die Versuchsperson, die auf einem Chaiselongue zunächst eine halbe Stunde völlig ruhig lag, im Liegen die Beine etwa 20 bis 30mal innerhalb von zwei Minuten anhob und wieder senkte, trat prompt ein Abfall der Magentemperatur um 0,2 bis 0,3 Grad ein. Die Stärke der Reaktion hing

offensichtlich von der Labilität der Gefäßregulation der einzelnen Patienten ab; die geringste Temperaturschwankung, die ich bei dem genannten Versuch fand, betrug 0,15 Grad. Bloßes Aufstehen der Patienten nach längerem Stilliegen bewirkte ähnliche Schwankungen. Daß stärkere körperliche Betätigung diese Temperaturdifferenzen noch steigern kann, liegt auf der Hand.

Dieses beträchtliche Schwanken in der Blutversorgung des Magens ist von großer Bedeutung, denn es geht daraus hervor, daß man die starken physiologischen Unterschiede in der Durchblutung und damit der Temperatur des Magens peinlich genau verhindern muß, wenn man den Einfluß lokaler Wärmeapplikationen messen will. Ich glaube, daß hier eine Fehlerquelle steckt, die von den genannten Autoren nicht genügend berücksichtigt worden ist. Man braucht sich nur einmal die Resultate genauer anzusehen, und man wird feststellen, daß die bei irgendwelchen Wärmeapplikationen gemessenen Temperaturdifferenzen in fast keinem Falle mehr als 0,2 bis 0,3 Grad nach oben oder unten betragen, daß sie sich also innerhalb der physiologischen Schwankungen der Magentemperatur bewegen.

Ein weiterer Fehler wird dadurch verursacht, daß das Einführen des Thermometers in den Magen eine relative Hyperämie der Magenschleimhaut verursacht, die erst nach einiger Zeit wieder abklingt.

Aus den erwähnten Gründen ging ich bei meinen Versuchen so vor, daß ich den Patienten eine Duodenalsonde mit einer besonderen, zu Meßapparatur gehörenden Kapsel schlucken und zunächst etwa eine halbe Stunde auf einer Chaiselongue völlig ruhig und entspannt liegen ließ; so lange dauerte es in den meisten Fällen, bis die Meßvorrichtung, die nach dem Prinzip des Widerstandsthermometers eingerichtet und uns von der Firma Siemens-Reiniger für die Versuche freundlicher Weise zur Verfügung gestellt worden war, einen konstanten Wert zeigte.

Erst dann schritt ich zur Anwendung einiger gebräuchlicher Mittel der Wärmetherapie.

In einer ersten Versuchsreihe prüfte ich die Wirkung des elektrischen Heizkissens, der Solluxlampe, des Moorbeutels, des feuchtheißen Umschlages und des Dampfstrahles. Die Resultate waren bis auf den Dampfstrahl, auf den ich weiter unten noch näher zu sprechen kommen werde, fast völlig gleich.

In keinem Falle ließen sich höhere Temperaturdifferenzen als $^{8}/_{100}$ bis $^{9}/_{100}$ Grad erzielen. Meistens betrugen die Schwankungen sogar nur 4 bis $^{6}/_{100}$ Grad. Die Reaktion trat bereits wenige Minuten nach Beginn der Applikation ein; sie äußerte sich aber durchaus nicht als Temperaturanstieg, wie man erwarten würde, sondern es stellte sich in den weitaus meisten Fällen, nämlich in 18 von 20 Versuchen an 5 Patienten, also in 90%, nach anfänglichen geringen Schwankungen nach der positiven oder negativen Seite etwa 20 Minuten nach Beginn des Versuches eine konstante Temperatur ein, die um wenige hundertstel Grade tiefer lag als die Ausgangstemperatur.

Dieses Verhalten würde den oben geschilderten Beziehungen der Blutversorgung von Darmtraktus und Peripherie entsprechen; nur daß hier als Antagonist der Baucheingeweide nicht die ganze Körperperipherie mit den zur Aufnahme großer Blutmengen befähigten Gefäßgebieten der äußeren Haut und der Skelettmuskulatur fungiert, sondern nur die durch die jeweilige hydriatische Maßnahme hyperämisierte Bauchhaut. Die erzielten Temperaturdifferenzen sind natürlich geringer; wenn sie überhaupt noch in Erscheinung treten, so beruht das vielleicht darauf, daß bei intensiver lokaler Wärmewendung die Körpertemperatur innerhalb von 20 Minuten um 5 bis $^{6}/_{100}$ Grade (rektal gemessen) steigt, und daß infolge der sehr fein funktionierenden Regulationen des Wärmehaushaltes sofort etwas mehr Blut in die Peripherie geschickt und dadurch den Baucheingeweiden entzogen wird.

Der Eisbeutel zeigte ein Verhalten, das den in den meisten Lehrbüchern angeführten Indikationen durchaus widersprechen würde; denn das Resultat einer etwa 20 Minuten währenden Eisbeutelapplikation war in 5 untersuchten Fällen ein Temperaturanstieg von durchschnittlich $^{7}/_{100}$ Graden, was eigentlich nach den erwähnten Beziehungen zwischen Magen und Körperperipherie auch zu erwarten war.

In diesem Sinne sprechen auch Beobachtungen von Dobreff (4), der bei einer Patientin mit Magenfistel mit Hilfe eines Gastrokops nach Auflegen einer Eisblase ein Lebhafterwerden der Peristaltik und eine Zunahme der Durchblutung des Magens feststellte. In wenigen Fällen war der Einfluß der Eisblase sehr gering (etwa 0,01 bis 0,02 Grad). Nicht ein einziges Mal war ein deutlicher Abfall der Magentemperatur zu beobachten.

Ich entnehme aus diesen Ergebnissen folgendes:

1. Eine eigentliche Wärmeleitung spielt bei den genannten physikalischen Maßnahmen für die Temperaturänderung im Mageninneren überhaupt keine Rolle; denn die erzielten Temperaturen gingen weder der Zeitdauer noch der Intensität der Wärmeapplikation parallel. Die tierischen Gewebe sind eben, wie auch aus den eingangs erwähnten Versuchen Lochers an Leichen hervorgeht, sehr schlechte Wärmeleiter; in besonderem Maße gilt das für die mehr oder minder fettreichen Bauchdecken. Was wirklich noch an minimaler Erwärmung tiefer gelegene Zonen erreichen sollte, wird durch den andauernden Blutstrom sofort wieder beseitigt.

2. Die geringen, aber immer wieder eindeutig nachweisbaren Temperaturdifferenzen, die bereits 2 bis 4 Minuten nach Beginn der lokalen Wärmeapplikation eintreten, erklären sich durch die Koppelung von Gefäßreflexen des Magens und der darüber liegenden Bauchhaut. Die auf Wärmereize eintretenden Gefäßreflexe sind aber, wie aus den Untersuchungen verschiedener Autoren hervorgeht, durchaus nicht einheitlich.

So fand Pissemski (5) bei der Durchströmung des Kaninchenohres, daß es hauptsächlich auf die Temperaturkonstraste, nicht so sehr dagegen auf die absolute Temperatur ankommt. Wenn man rasch von hoher zu niedriger Temperatur übergeht, so reagieren die Gefäße zunächst mit einer Verengerung, die aber allmählich, wenn auch unvollkommen zurückgeht. Entsprechend fand er bei raschem Uebergang von niedriger zu hoher Temperatur eine starke, aber teilweise wieder zurückgehende Erweiterung. Diese primäre Reaktion fehlt bei ganz allmählichem Wechsel der Temperaturen. Außerdem fand Pissemski, daß die Temperatur von 43 bis 44 Grad kritisch sei; es trat dabei stets Verengerung ein. Untersuchungen von O. B. Meyer (6), Cow (7) und Schmitt am Gefäßstreifen zeigen ebenfalls, daß die Reaktionen durchaus nicht schematisch verlaufen, sondern daß sie innerhalb bestimmter Temperaturzonen verschieden sind.

Das von P. Schultz (8) für die glatte Muskulatur allgemein aufgestellte Gesetz: Wärme wirkt erschlaffend, Kälte kontrahierend, gilt, wie ich gezeigt habe, nicht unumschränkt für die Gefäße.

Auch die Koppelung von Gefäßreflexen verhält sich nicht einheitlich. Gesenius (9) stellte in einer Arbeit über Tiefenhyperämie Versuche an 7 Hunden und einem Schwein an. Die Wirkung der Wärmeapplikation auf die Tiefenhyperämie kontrollierte er

mit Hilfe der Laparaskopie. Es stellte sich dabei ein deutlicher Unterschied zwischen den Resultaten bei den Hunden und dem Schwein heraus. Die Versuche am Schwein interessieren uns hier insofern, als das Schwein im anatomischen Bau dem Menschen näher steht als der Hund. Beim Schwein erzielte Gesenius die besten Resultate in bezug auf die Tiefenhyperämie mit dem Moorbad, wobei aber zu beachten ist, daß bei der Diathermie und Kurzwellenbestrahlung die erzielte Tiefenhyperämie nicht identisch ist mit der Tiefendurchwärmung, weil ja bei den beiden letztgenannten Verfahren die Wärmesteigerung nicht allein auf der Hyperämie, sondern vor allem auf der Bildung Joulescher Wärme in den Geweben beruht. Man kann also bei der Diathermie und Kurzwellenbestrahlung keineswegs die Resultate der Beobachtung der Tiefenhyperämie mit denjenigen der direkten Tiefenthermometrie vergleichen. Mit dem Dampfstrahl hat der Verfasser keine diesbezüglichen Versuche angestellt.

Die zweifellos günstige Wirkung lokaler Wärmeapplikation bei Schmerzen verschiedener Aetiologie im Oberbauch, hauptsächlich bei den durch Spasmen der Gallenwege, Ulcus ventrikuli et duodeni bedingten Schmerzen ist also nach dem oben Gesagten nicht als einfache Wärmewirkung aufzufassen, sondern sie kommt vielleicht auf nervösem Wege, entsprechend den Headschen Zonen zustande. Wie H e a d (10) zeigen konnte, gehen Visceralerkrankungen mit Sensibilitätsstörungen der dazu gehörigen Hautsegmente einher. Es wäre ja denkbar, daß auch auf dem umgekehrten Wege eine Beeinflussung des Organschmerzes möglich ist.

Eine Sonderstellung nimmt meines Erachtens unter den hydriatischen Maßnahmen der Dampfstrahl ein. Auch hier ging ich ebenso wie bei allen übrigen Versuchen in der Weise vor, daß ich die Versuchsperson nach Einführung des Thermometers zunächst eine halbe Stunde völlig ruhig liegen ließ, um so die eingangs erwähnten Fehlerquellen zu vermeiden. Ich konnte nun feststellen, daß die Magentemperatur unter der Einwirkung des Dampfstrahles innerhalb von 15 bis 18 Minuten fast gradlinig um circa $^{25}/_{100}$ bis $^{40}/_{100}$ Grade anstieg; völlig genau übereinstimmende Resultate bei verschiedenen Patienten ließen sich naturgemäß nicht erzielen, weil der unberechenbare Faktor der konstitutionell bedingten und von Fall zu Fall verschiedenen Gefäßreflexerregbarkeit eine große Rolle spielt.

Nach etwa 18 Minuten hatte die Magentemperatur ein Maximum erreicht, das indessen trotz ununterbrochener Applikation des Dampfstrahles nicht lange gehalten wurde. Innerhalb von zwei Minuten sank das Thermometer auf ein um etwa $^{5}/_{100}$ Grade tiefer gelegenes Niveau, das 10 Minuten konstant gehalten wurde, worauf ich den Versuch abbrach.

Die Gefäßregulation setzt sich also auch hier nach einiger Zeit mit dem neuen Milieu des durch den Dampfstrahl hervorgerufenen Dauerreizes ins Gleichgewicht; ich möchte aber glauben, daß es sich bei den durch den Dampfstrahl hervorgerufenen Temperaturerhöhungen nicht allein um die bei den übrigen wärmetherapeutischen Maßnahmen auftretenden Gefäßreflexe handelt. Dagegen spricht das — wenigstens während der ersten 15 Minuten — stetige Ansteigen der Temperatur und die erreichte Höhe derselben, ein Verhalten, das sich bei der Anwendung von Heizkissen, Solluxlampe, Moorbeutel und heißen Umschlägen nicht ein einziges Mal zeigte.

Wie bereits oben erwähnt, fiel bei diesen Maßnahmen sogar in 90% der Versuche die Magentemperatur um einige hundertstel Grade.

Um reine Wärmewirkung kann es sich bei dem Dampfstrahl auch nicht handeln, denn die auf die Bauchhaut applizierten Temperaturen waren keineswegs sehr hoch. Ich hielt mich an der oberen Grenze des noch als angenehm warm Empfundenen. Diese Grenze als absolutes Maß in Graden anzugeben, halte ich für verfehlt, weil das Maß des Ertragbaren kaum für zwei Patienten völlig gleich ist. Auch kommt es gar nicht so sehr darauf an, eine möglichst hohe Temperatur anzuwenden, weil sich, wie oben erwähnt, die Magentemperatur mit dem gesetzten Reiz durch Gefäßregulation in ein bestimmtes Gleichgewicht stellt, das auch bei Fortdauer und Verstärkung der Applikation nicht überschritten wird; eine Erfahrung, die sich auch bei den anderen wärmetherapeutischen Maßnahmen herausstellte. Mit Heizkissen, Solluxlampe und Moorbeutel ging ich einige Male absichtlich so weit, daß sich leichte Verbrennungserscheinungen der Bauchhaut einstellten, ohne auf die Mageninnentemperatur einen anderen Einfluß als mit den gewöhnlich angewandten Wärmegraden zu erzielen.

In einer zweiten Versuchsreihe beschäftigte ich mich mit dem Einfluß der Diathermie und der Kurzwelle auf die Innentemperatur des Magens, weil diese beiden Verfahren die praktisch wich-

tigsten Arten der Wärmeerzeugung in tierischen Geweben mit Hilfe des elektrischen Stromes sind.

Bei der Diathermie handelt es sich bekanntlich um Ströme mit sehr hoher Wechselzahl. Das Wesen dieser Ströme beruht darauf, daß man im Gegensatz zum gewöhnlichen galvanischen oder faradischen Strom Stromstärken bis zu einigen Ampère anwenden kann, ohne eine merkliche Reizung der Gewebe zu bekommen. Die Joulesche Widerstandswärme, die als einzig erkennbare Wirkung des elektrischen Stromes übrigbleibt, erreicht dagegen beträchtliche und praktisch verwendbare Werte.

Die Größe der Erwärmung der Gewebe müßte der Formel $W = i^2 \cdot r \cdot t$ folgen, wenn man den ganzen Körper als homogenen Widerstand betrachtet. Jeder Körperabschnitt besteht aber aus mehreren Geweben, die in elektrischem Sinne als neben- beziehungsweise hintereinander geschaltete Teilwiderstände funktionieren.

Finden sich im Verlauf der Strombahn nebeneinander Gewebe von verschiedenem Widerstand, so nimmt der größere Teil des Stromes nach dem Kirchhoffschen Gesetz den Weg des geringeren Ohmschen Widerstandes. Praktisch bedeutet das, daß wir die stärkste Erwärmung in den Blutbahnen finden.

Umgekehrt ist bei Hintereinanderschaltung von Geweben mit verschiedenem Widerstand die stärkste Erwärmung in dem Gewebe mit dem größten Widerstand zu erwarten, das ist vor allem das Unterhautfettgewebe. Gerade bei der Diathermie des Magens spielt dasselbe wegen der oft beträchtlichen Dicke eine große Rolle. Es zeigt sich in der Tat ein recht unbefriedigender Abfall der Durchwärmungsintensität in sagittaler Richtung; die Bauchhaut und das Unterhautfettgewebe wird bereits bei solchen Stromstärken unerträglich heiß, bei denen das im Magen liegende Thermometer noch verhältnismäßig geringe Werte anzeigt.

Diese Mängel der Tiefendurchwärmung, die der Diathermie noch anhaften, sind bei dem modernen Verfahren der Kurzwelle weitgehend gebessert. Die Kurzwelle unterscheidet sich ja, wie bereits der Name sagt, von der Diathermie durch die geringere Wellenlänge. Die Frequenz, die der Wellenlänge umgekehrt proportional ist, erreicht bei der Kurzwelle den 100–200fachen Betrag derjenigen der gewöhnlichen Diathermie.

Diese hochfrequenten Ströme haben verschiedene neue Eigenschaften. Bei ihnen spielt nämlich nicht nur der Ohmsche Widerstand, sondern daneben noch der kapazitive Widerstand der Ge-

webe eine Rolle. Die einzelnen Schichten des Körpers, ich denke in erster Linie an die grobe Schichtung in Haut, Unterhautfettgewebe, Muskulatur, bilden nämlich, elektrisch gesehen, Kondensatoren mit verschiedenen, durch die Gewebsart bedingten Dieelektrizitätskonstanten. Die Größe dieses kapazitiven Widerstandes ist umgekehrt proportional der Schwingungszahl ($W = \frac{1}{2\pi \cdot n \cdot C}$). Man kann sich den kapazitiven und den Ohmschen Widerstand der Gewebe nebeneinander geschaltet vorstellen: je nach der Wechselzahl, beziehungsweise der Wellenlänge der angewandten Ströme verteilt sich die Stromintensität auf die beiden Wege.

Bei der Langwellendiathermie tritt der kapazitive Widerstand wegen seiner Höhe wenig in Erscheinung, bei der Kurzwelle ist er etwa 100mal geringer; das bedeutet praktisch, daß hohe Ohmsche Widerstände wie das Unterhautfettgewebe auf kapazitivem Wege ohne stärkere Erwärmung überbrückt werden; das gesamte durchstrahlte Feld nähert sich der Homogenisierung.

Die geschilderten Beziehungen zwischen Ohmschen Widerständen, kapazitiven Widerständen, gewählter Wellenlänge, beziehungsweise zwischen Neben- und Hintereinanderschaltung von Widerständen könnten den Gedanken aufkommen lassen, daß es möglich wäre, die bei bestimmter Wellenlänge und Stromstärke in bestimmten Geweben zur erwartenden Temperaturerhöhungen rein theoretisch im voraus zu bestimmen.

In praxi liegen die Dinge aber wesentlich komplizierter. Es handelt sich ja nicht um homogene Lösungen von Elektrolyten, sondern um Systeme, die aus echt oder kolloidal gelösten Stoffen zusammengesetzt sind und unter anderem auch Elektrolyte enthalten. Die Konzentration der Elektrolyte im strömenden Blut und in den Geweben, in den Zellen und Zwischensubstanzen ist verschieden. Wir haben also praktisch eine vollkommen unbestimmbare Menge von untereinander verschiedenen, neben- und hintereinander geschalteten Teilwiderständen vor uns, deren Integral immer nur durch das Experiment zu bestimmen sein wird. Dazu kommen die auch bei der Diathermie eine beträchtliche Rolle spielenden Gefäßregulationen, die, wie bereits beschrieben, nicht einheitlich sind und daher einige Unterschiede in den Ergebnissen bedingen.

Die Bedeutung der Gefäßregulationen erhellt daraus, daß ich beispielsweise bei Verwendung eines älteren Diathermieapparates

der Firma Siemens & Halske aus dem Jahre 1916 bei verschiedenen Patienten mit ungefähr gleich starkem Fettpolster unter sonst gleichen Versuchsbedingungen Magentemperaturerhöhungen von 0,1 bis 0,25 Grad fand; bei einem moderneren Gerät (Penetrotherm) schwankten die gemessenen Werte zwischen 0,3 und 0,5 Grad. Einigen Vergleichswert können daher nur die bei ein und demselben Patienten mit verschiedenen Methoden erzielten Resultate haben.

Versuch 1: älterer Langwellendiathermieapparat (etwa 700 m). Beim Einschalten von 1 Amp. Stromstärke nur sehr geringe Reaktion (0,01 Grad). Bei *2* Amp. fast geradliniges Ansteigen um 0,08 Grad. *2,5* Amp.: die Temperatur steigt noch um 0,02 Grad, hält sich aber nur zwei Minuten auf dieser Höhe und sinkt wieder auf 0,08. Heruntergehen auf 0,5 Amp.: das Termometer sinkt auf 0,07 und hält sich. Beim Ausschalten Absinken zur Norm innerhalb von zweieinhalb Minuten. Höhere Stromstärken wie 2,5 Amp. wurden von dem Patienten als unerträglich bezeichnet.

Versuch 2: Penetrotherm (Wellenlänge etwa 300 m).

a) Bei sofortigem Einschalten von *3* Amp. Ansteigen der Magentemperatur innerhalb von 5 Minuten um 0,3 Grad. Auch hier nach zwei Minuten Abfall um 0,02 Grad. Ausschalten: Absinken zur Norm in sechs Minuten.

b) Bei allmählichem Hinaufgehen mit der Stromstärke auf *2* Amp. (innerhalb von sechs Minuten) allmähliches Ansteigen um 0,14 Grad. Nunmehr langsames Heruntergehen auf 0,3 Amp. und nochmaliges allmähliches Hinaufgehen auf *2* Amp.: keine Aenderung der Mageninnentemperatur. Darauf Einschalten von *3* Amp.: die Magentemperatur steigt um weitere 0,1 Grad. Ausschalten, Absinken.

Versuch 3: Undala B Extra Kurzwelle 6 m (Funkenstrecke). Die jeweilige Stromstärke ist nicht direkt in Ampère angegeben sondern in 8 wählbaren Stärkegraden. Beim Einschalten von Stärke 8 steigt die Magentemperatur innerhalb von eineinhalb Minuten um 0,6 Grad, nach weiteren 5 Minuten nochmals um 0,2 Grad. Beim Ausschalten kehrt die Temperatur in zwei Minuten fast zur Norm zurück (nicht völlig, da auch die Körpertemperatur durch die intensive Durchwärmung um circa 0,1 Grad gestiegen ist! Sowohl bei der Diathermie wie bei der Kurzwellenbehandlung des Magens zeigt ein rektal liegendes Thermometer einen fast ebenso raschen und hohen Anstieg wie das Magenthermometer, wahrscheinlich we-

gen der starken Erhitzung der durch die Bauchaorta strömenden großen Blutmenge).

Bei sämtlichen Versuchen mit Diathermie und Kurzwelle trat die starke, wenn auch nicht absolut gesetzmäßige Abhängigkeit der erzielten Temperaturerhöhung von der angewandten Stromstärke in Erscheinung; ich kann deswegen die von Fürstenberg (11) und Schemel behauptete optimale Erwärmung bei 0,3 Amp. und dem bedeutend niedrigeren Resultat bei Anwendung von 2 Amp. — sie fanden in bezug auf die Langwellendiathermie bei 0,3 Amp. eine Temperaturerhöhung von 0,5 Grad, bei 2 Amp. eine solche von 0,1 Grad — nicht bestätigen. Vielleicht hat es sich bei den Versuchen von Fürstenberg und Schemel um einen besonders vasolabilen Menschen gehandelt.

Weiter zeigt sich bei dem Vergleich der bei den drei verschiedenen Versuchsanordnungen erreichten Ergebnissen, daß die Stärke der Erwärmung umgekehrt proportional der Wellenlänge ist, was mit obigen Betrachtungen völlig übereinstimmt. Bei der Kurzwelle fiel mir außerdem auf, daß bei sehr tiefen Inspirationen und Exspirationen deutliche Schwankungen des Thermometers um etwa 0,1 Grad auftraten, was verständlich wird, wenn man bedenkt, daß es durch die mehr oder minder starke Veränderung des Bauchumfanges bei der Atmung auch zu einer Entfernung beziehungsweise Annäherung der Elektroden und damit zu einer Aenderung des kapazitiven Widerstandes kommt.

Ich möchte betonen, daß die hohen mit der Kurzwelle erzielten Temperaturdifferenzen — ich fand in manchen Fällen Temperaturerhöhungen von 1,6 Grad — nicht etwa auf Fehlern der Meßapparatur, etwa Induktion, beruhen. Auch eine direkte Erwärmung der Platinspirale findet nicht statt; wie aus Versuchen von Schliephake (12) hervorgeht, erwärmen sich metallische Leiter im Kurzwellenfeld überhaupt nicht, sondern nur Halbleiter wie Elektrolytlösungen.

Zur Feststellung der Richtigkeit der Untersuchungsergebnisse habe ich außerdem zwei Kontrollversuche angestellt, indem ich das Becken im Kurzwellenfeld durchstrahlte und nacheinander das Widerstandsthermometer und ein Benzolthermometer so hoch rektal einführte, daß es zwischen die beiden Elektroden zu liegen kam. Die Resultate waren die gleichen.

Zusammenfassend ist folgendes zu sagen:

1. Es besteht ein deutlicher Antagonismus in der Blutversorgung des Magens und der Körperperipherie. Durch alle Maßnahmen, die eine mehr oder minder starke Blutfülle der peripheren Gefäßgebiete hervorrufen, wird die Magentemperatur infolge relativer Anämie erheblich herabgesetzt.

2. Lokale Wärme- und Kälteapplikationen haben nur einen geringen und indirekten Einfluß, indem durch sie Gefäßreflexe wie die unter 1. genannten, aber in geringerem Ausmaß hervorgerufen werden.

3. Eine besondere Stellung nimmt hierbei der Dampfstrahl ein; die Mageninnentemperatur steigt unter seiner Einwirkung kontinuierlich und fast geradlinig an.

4. Die höchsten Wärmegrade werden durch die Diathermie und vor allem die Kurzwelle erreicht, weil bei diesen beiden Verfahren die Wärme nicht von außen an den Körper herangebracht wird, sondern im Gewebe selbst produziert wird.

Literaturverzeichnis.

1. Locher, H.: Zur Lehre vom Herzen, Erlangen 1860.
2a—e. Zitiert nach Winternitz — Hydrotherapie, Wien und Leipzig 1912.
3a—f. Zitiert nach Eichler und Schemel, Dtsch. med. Wochenschrift, 1911, Nr. 51.
4. Dobreff: Klin. Wochenschrift, 15. Jahrgang, Nr. 9.
5. Pissemski, S. A.: Ueber den Einfluß der Temperatur auf die peripheren Gefäße. Pflügers Archiv f. d. ges. Phys., Bd. 156, Jahrgang 1924.
6 Meyer, O. B.: Untersuchungen über die vasokonstrikt. Eigen- 1925.
7. Cow, D.: Some reactions of surviving arteries. Journ. of physiol. Bd. 42, 1911.
8. Schultz, P.: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1897, S. 1.
9. Gesenius: Dtsch. med. Wochenschr. 1936, Nr. 38.
10. Head, H.: Die Sensibilitätsstörungen der Haut bei Visceralerkrankungen. Deutsch von Dr. Seiffer. 1898. Verlag Hirschwald.
11. Fürstenberg und Schemel: Dtsch. med. Wochenschr. 1912, Nr. 38.
12. Schliephake, Erwin: Kurzwellentherapie. Jena 1935.

Sonstige Literatur.

Bethe-Bergmann: Bd. 17, Schade-Kiel: Wärme.
Claude, Bernard: Lecons sur la chaleur animale, Paris 1876.
Lageur: Handbuch der physik. Therapie.
Nagelschmidt, Franz: Diathermie, Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden. Teil 2, 1. Hälfte.
Hemingway, Allan; and J. F. Mc. Clendon: The high frequency resistance of human tissue. Amer. J. Physiol. 102, 56—59 (1932).
Brink und Kilerich: Temperaturmessung im Kurzwellenfeld. Dtsch. med. Wochenschr. 1933, Nr. 59.

Lebenslauf.

Ich bin am 15. 1. 1912 in Königshütte als Sohn des Kunstfotografen Paul Hildebrandt und seiner Ehefrau, geb. Krause, geboren worden. Nach Absolvierung einer dreiklassigen Grundschule trat ich in die Königshütter Oberrealschule ein, die ich aber nur bis zur Untersekunda besuchte. Mittlerweile war nämlich Königshütte polnisch und bald darauf die deutsche Oberrealschule geschlossen worden. Ich blieb dann noch ein Jahr auf einer deutschen Privatschule. Da ich mich aber nicht entschließen konnte, für immer in Polen zu bleiben, zog ich nach Hindenburg. Dort machte ich im Frühjahr 31 an der städtischen Oberrealschule das Abitur. Anschließend begann ich das Medizinstudium, und zwar besuchte ich nacheinander die Universitäten in Breslau, Rostock und Berlin. Im März 37 bestand ich in Berlin das Staatsexamen mit Sehr gut. Die folgenden sechs Monate war ich an der I. medizinischen Universitätsklinik und -poliklinik als Praktikant tätig. Seit dem 1. 10. 37 bin ich an der psychiatrischen und Nervenklinik der Charité ebenfalls als Medizinalpraktikant beschäftigt.